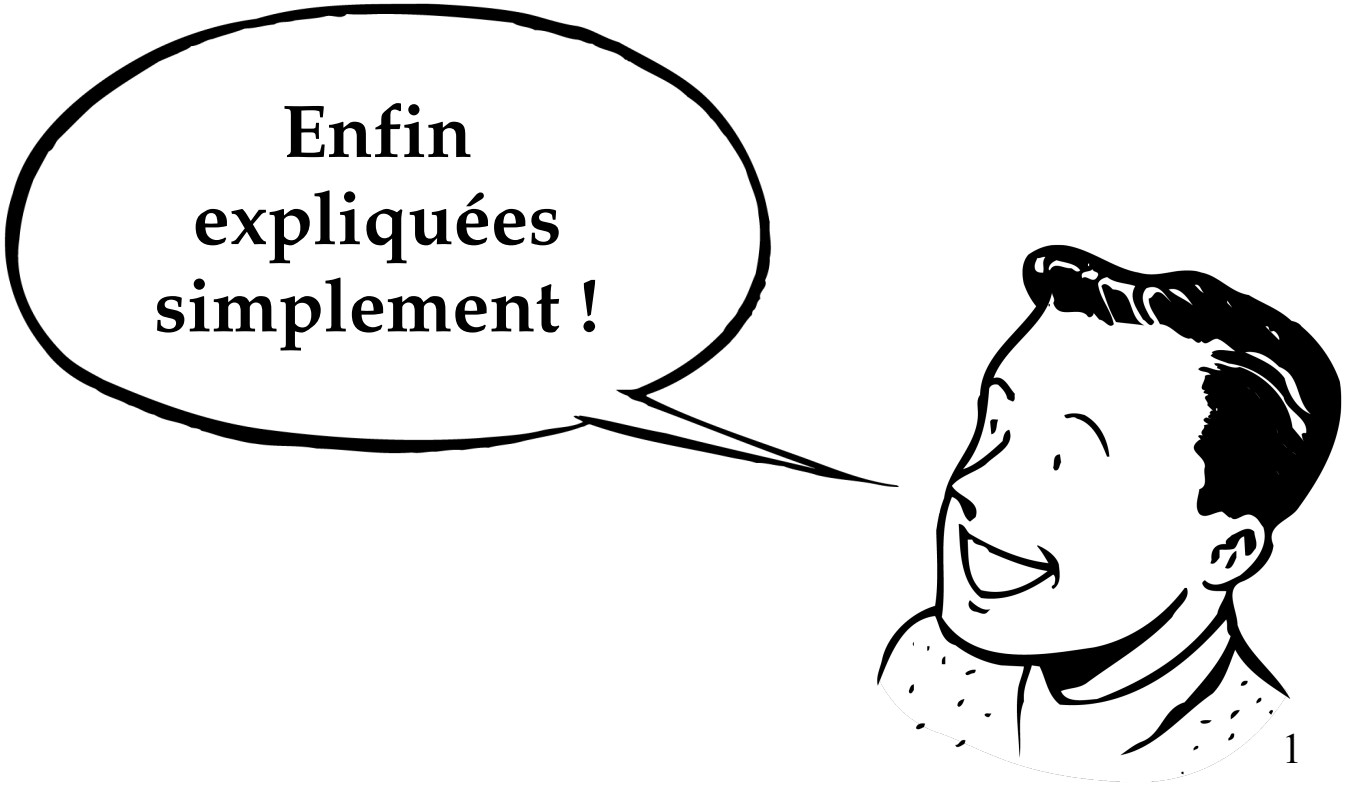
Les Annotations Java



Bienvenue Zenika

- Zenika est un cabinet de conseil en architecture informatique
  - Conseil
    - *Audits de code*
    - *Etudes techniques et proof-of-concept*
    - *Accompagnement agile*
  - Formation
    - *Cycles adaptés aux débutants comme aux experts*
  - Réalisation
    - *En régie et au forfait*
    - *Architecture, lead technique, développement*

http://zenika.com

Twitter : ZenikaIT

Bienvenue
Le speaker

- Speaker : Olivier Croisier

- Consultant Zenika
- Certifié Java 5.0 (100%)
- Certifié Spring Framework
- Formateur certifié JavaSpecialist
- Formateur certifié Terracotta

- Auteur du blog The Coder's Breakfast
  http://thecodersbreakfast.net

Plan

- Présentation
- Annotations, mode d'emploi
- Annotations personnalisées
- Outillage compile-time
- Outillage runtime
- Injection d'annotations
- Conclusion

Plan

- **Présentation**
  - Historique
  - Où trouver des annotations ?
- Annotations, mode d'emploi
- Annotations personnalisées
- Outillage compile-time
- Outillage runtime
- Injection d'annotations
- Conclusion

Présentation
Historique

- Java a toujours proposé une forme ou une autre de méta-programmation

- Dès l'origine, l'outil "javadoc" permettait d'exploiter automatiquement des méta-données à but documentaire

```
/**
 * Méthode inutile
 * @param param Un paramètre (non utilisé)
 * @return Une valeur fixe : "foo"
 * @throws Exception N'arrive jamais
 */
public String foo(String param) throws Exception {
   return "foo";
}
```

Présentation
Historique

- Ce système était flexible et a rapidement été utilisé / détourné pour générer d'autres artefacts : fichiers de configuration, classes annexes...
  - Voir le projet XDoclet (xdoclet.sourceforfge.net)

```
/**
 * @ejb.bean
 *     name="bank/Account"
 *     type="CMP"
 *     jndi-name="ejb/bank/Account"
 *     local-jndi-name="ejb/bank/LocalAccount"
 *     primkey-field="id"
 * @ejb.transaction
 *     type="Required"
 * @ejb.interface
 *     remote-class="test.interfaces.Account"
 */
```

Présentation
Historique

- Reconnaissant le besoin d'un système de méta-programmation plus robuste et plus flexible, Java 5.0 introduit les Annotations
- Elles remplacent avantageusement les doclets dans tous les domaines – sauf bien sûr pour la génération de la Javadoc !

```
public class PojoAnnotation extends Superclass {

    @Override
    public void overridenMethod() {
        super.overridenMethod();
    }

    @Deprecated
    public void oldMethod(){
    }

}
```

Présentation
Où trouver des annotations ?

- Java SE propose assez peu d'annotations en standard
  - `@Deprecated`, `@Override`, `@SuppressWarnings`
  - 4 méta-annotations dans `java.lang.annotation`
  - Celles définies par JAXB et Commons Annotations
- Java EE en fournit une quantité impressionnante
  - Pour les EJB 3, les Servlets 3, CDI, JSF 2, JPA...
- Les frameworks modernes en tirent également parti
  - Spring, Hibernate, CXF, Stripes...
- Développez les vôtres !

Plan

- Présentation
- **Annotations, mode d'emploi**
  - Elements annotables
  - Annoter une classe, une méthode ou un champ
  - Annoter un package
  - Paramètres d'annotations
  - Restrictions et astuces
- Annotations personnalisées
- Outillage compile-time
- Outillage runtime
- Injection d'annotations
- Conclusion

Annotations, mode d'emploi
Elements annotables

- Les annotations peuvent être apposées sur les éléments suivants :
  - Les classes, interfaces et enums
  - Les propriétés de classes
  - Les constructeurs et méthodes
  - Les paramètres des constructeurs et méthodes
  - Les variables locales

- Mais aussi sur...
  - Les packages
  - Les annotations elles-mêmes !

Annotations, mode d'emploi
Annoter une classe, méthode ou champ

zenika ARCHITECTURE INFORMATIQUE

```
@Deprecated
public class Pojo {

    @Deprecated
    private int foo;

    @Deprecated
    public Pojo() {

        @Deprecated
        int localVar = 0;

    }

    @Deprecated
    public int getFoo() {
        return foo;
    }

    public void setFoo(@Deprecated int foo) {
        this.foo = foo;
    }
}
```

Annotations, mode d'emploi
Annoter un package

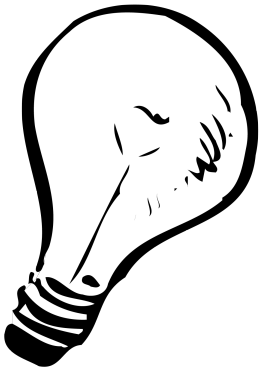
- Comment annoter un package ?
- La déclaration d'un package est présente dans toutes les classes appartenant à ce package
- Impossible d'y placer une annotation : risque de conflit ou d'information incomplète !

```
@Foo
package com.zenika.presentation.annotations;
public class ClassA {}
```

```
@Bar
package com.zenika.presentation.annotations;
public class ClassB {}
```

Annotations, mode d'emploi
Annoter un package

- Solution : pour annoter un package, il faut créer un fichier spécial nommé `package-info.java`
- Il contient uniquement la déclaration du package, accompagné de sa javadoc et de ses annotations



```
/**
 * Ce package contient le code source de
 * la présentation sur les annotations.
 */
@Foo
@Bar
package com.zenika.presentation.annotations;
```

Annotations, mode d'emploi
Paramètres d'annotations

- Les annotations peuvent prendre des paramètres, dont les noms et types sont précisés dans la Javadoc
- Ils peuvent être obligatoires ou facultatifs (ils prennent alors la valeur par défaut spécifiée par le développeur de l'annotation)

- Les paramètres se précisent entre parenthèses, à la suite de l'annotation ; leur ordre n'est pas important

```
@MyAnnotation( param1=value1, param2=value2... )
```

- Si l'annotation ne prend qu'un paramètre, il est souvent possible d'utiliser la notation raccourcie, sans préciser son nom

```
@MyAnnotation( value )
```

Annotations, mode d'emploi
Paramètres d'annotations

zenika ARCHITECTURE INFORMATIQUE

javax.servlet.annotation

Annotation Type WebInitParam

```
@Target(value=TYPE)
@Retention(value=RUNTIME)
@Documented
public @interface WebInitParam
```

This annotation is used on a Servlet or Filter implementation class to specify an initialization parameter.

Required Element Summary	
java.lang.String	**name** Name of the initialization parameter
java.lang.String	**value** Value of the initialization parameter

Optional Element Summary	
java.lang.String	**description** Description of the initialization parameter

```
@WebInitParam( name="foo", value="bar" )
```

Annotations, mode d'emploi
Restrictions et astuces

- Annotations :
  - Il est interdit d'annoter plusieurs fois un élément avec la même annotation
  - Il est possible de séparer l'@ du nom de l'annotation !

```
@
/** Javadoc */
Deprecated
```

- Paramètres :
  - Un paramètre ne peut pas prendre la valeur *null*
  - Les valeurs doivent être des "*compile-time constants*"

```
@MyAnnotation(answer = (true!=false) ? 42 : 0)
```

Plan

- Présentation
- Annotations, mode d'emploi
- **Annotations personnalisées**
  - Use-cases
  - Méta-annotations
  - Paramètres d'annotations
- Outillage compile-time
- Outillage runtime
- Injection d'annotations
- Conclusion

Annotations personnalisées
A quoi ça sert ?

- Pourquoi développer des annotations personnalisées ?
  - Pour remplacer / compléter des fichiers de configuration XML
  - Pour simplifier ou générifier une portion de code en recourant à la méta-programmation
  - Pour appliquer des règles de compilation supplémentaires, grâce aux Annotation Processors

  - … parce que c'est fun !

Annotations personnalisées
Syntaxe

- Une annotation se déclare comme un type spécial d'interface
- Elle sera compilée sous la forme d'une interface héritant de `java.lang.annotation.Annotation`

```
public @interface MyAnnotation {
}
```

- Il est ensuite possible de compléter l'annotation avec :
  - Des paramètres
    - *Pour véhiculer des données supplémentaires*
    - *Pour piloter les frameworks l'utilisant*
  - Des méta-annotations
    - *Pour spécifier les conditions d'utilisation de l'annotation*

Annotation personnalisées
Paramètres d'annotations

- Il est possible d'ajouter des paramètres à une annotation

```
@MyAnnotation( message="Hello World" )
```

- Syntaxe
  - Chaque paramètre est déclaré comme une méthode non générique, sans paramètres et sans exceptions
  - Chaque paramètre peut prendre une valeur par défaut (*compile-time constant*), déclarée grâce au mot-clé "`default`" ; dans ce cas, le paramètre devient optionnel

```
public @interface MyAnnotation {
   String message();
   int answer() default 42;
}
```

Annotation personnalisées
Paramètres d'annotations

- Si l'annotation ne possède qu'un seul paramètre, il est possibile d'utiliser une syntaxe raccourcie

```
@MyAnnotation( "Hello World" )
```

- Le paramètre implicite doit s'appeller "value"

```
public @interface MyAnnotation {
   String value();
}
```

Annotation personnalisées
Paramètres d'annotations

- Comme dans toute interface, il est possible de définir des classes, interfaces ou enums internes

```
public @interface MyAnnotation {

   int defaultAnswer = 42;
   int answer() default defaultAnswer;

   enum Season {SPRING, SUMMER, FALL, WINTER};
   Season season();

}
```

```
@MyAnnotation( season = MyAnnotation.Season.WINTER )
```

Annotation personnalisées
Les Méta-Annotations : @Target

- La méta-annotation `@Target` indique sur quels éléments de code l'annotation peut être apposée :

```
@Target( ElementType[] )
public @interface MyAnnotation {
}
```

- Exemple :

```
@Target( {ElementType.TYPE, ElementType.METHOD} )
public @interface MyAnnotation {
}
```

Annotation personnalisées
Les Méta-Annotations : @Target

- Valeurs possibles pour l'enum `ElementType` :
  - `TYPE`
  - `CONSTRUCTOR`
  - `FIELD`
  - `METHOD`
  - `PARAMETER`
  - `LOCAL_VARIABLE`
  - `ANNOTATION_TYPE` (méta-annotation)
  - `PACKAGE`

- Si le paramètre n'est pas spécifié, l'annotation peut être utilisée partout
  - Exemple : `@Deprecated`

Annotation personnalisées
Les Méta-Annotations : @Retention

- La méta-annotation `@Retention` indique la durée de vie de l'annotation

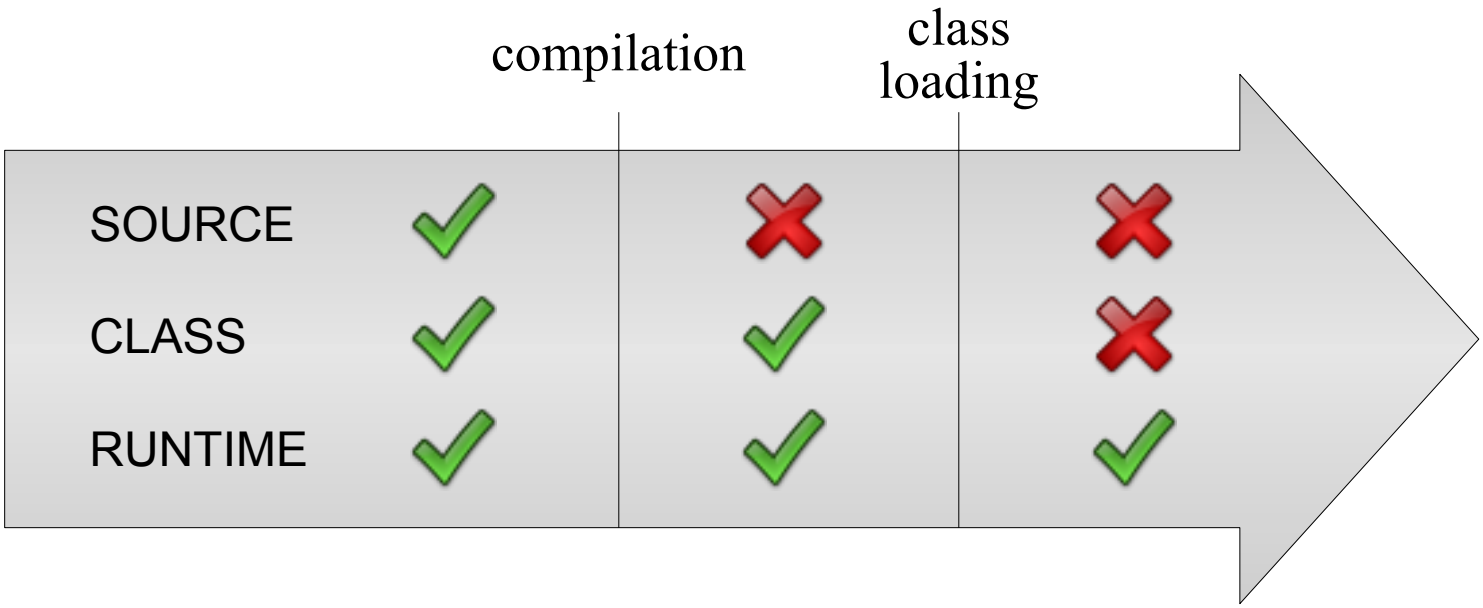
```
@Retention( RetentionPolicy )
public @interface MyAnnotation {
}
```

- Exemple

```
@Retention( RetentionPolicy.RUNTIME )
public @interface MyAnnotation {
}
```

Annotation personnalisées
Les Méta-Annotations : @Retention

- Valeurs possibles pour l'enum `RetentionPolicy` :
  - `SOURCE`
  - `CLASS` (par défaut)
  - `RUNTIME`



Annotation personnalisées
Les Méta-Annotations : @Inherited

- La méta-annotation `@Inherited` indique que l'annotation est héritée par les classes filles de la classe annotée

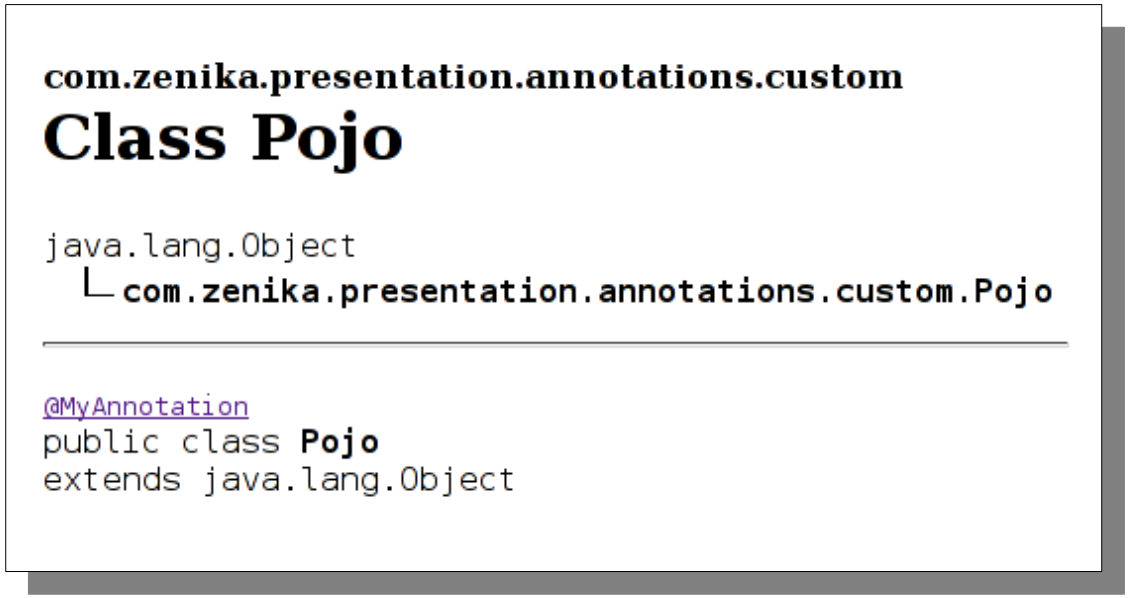
```
@Inherited
public @interface MyAnnotation {
}
```

- Restrictions
  - Seules les annotations portées sur les classes sont héritées
  - Les annotations apposées sur une interface ne sont pas héritées par les classes implémentant cette interface

Annotation personnalisées
Les Méta-Annotations : @Documented

- La méta-annotation `@Documented` indique que l'annotation doit apparaître dans la javadoc

```
@Documented
public @interface MyAnnotation {
}
```



com.zenika.presentation.annotations.custom

Class Pojo

java.lang.Object
  └ **com.zenika.presentation.annotations.custom.Pojo**

@MyAnnotation
public class **Pojo**
extends java.lang.Object

Plan

- Présentation
- Anatomie
- Mode d'emploi
- Annotations personnalisées
- **Outillage compile-time**
  - Historique et use-cases
  - Processus de compilation
  - Anatomie d'un processeur
  - Limitations
- Outillage runtime
- Injection d'annotations
- Conclusion

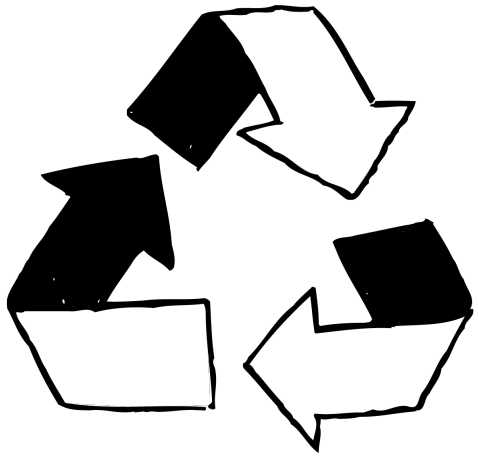
Outillage compile-time
Historique et use-cases

- Java fournit des outils pour la découverte et l'utilisation des annotations lors de la compilation :
  - Java 5.0 : APT (Annotation Processing Tool)
    - *Devait être lancé en plus du compilateur javac*
  - Java 6.0 : Pluggable Annotation Processors
    - *Intégrés au processus de compilation standard*
    - *Paramètre -processor*

- Use-cases :
  - Génération de code
    - *Fichiers de configuration, classes annexes...*
  - Amélioration du compilateur
    - *Vérification de normes de codage, messages d'alerte ou d'erreur supplémentaires...*

Outillage compile-time
Processus de compilation

- Le processus de compilation se déroule comme suit :
  - Le compilateur découvre les processeurs d'annotations
    - *Paramètre -processor sur la ligne de commande*
    - *Ou via le Service Provider Interface (SPI)*
  - Un round de compilation est lancé
    - *Le compilateur et les processeurs s'exécutent*
    - *Si de nouvelles ressources sont créées lors de ce round, un nouveau round est lancé, et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les ressources aient été traitées*



Outillage compile-time
Anatomie d'un Processeur

zenika ARCHITECTURE INFORMATIQUE

- Un processeur est une classe implémentant l'interface `javax.annotation.processing.Processor`
  - Généralement, on sous-classe `AbstractProcessor`

- L'annotation `@SupportedAnnotationTypes` permet d'indiquer quelles annotations le processeur sait traiter

- La méthode principale `process()` reçoit un paramètre de type `RoundEnvironment` représentant l'environnement de compilation.
- Elle renvoie un booléen indiquant si d'autres processeurs sont autorisés à traiter à leur tour les mêmes annotations

Outillage compile-time
Anatomie d'un Processeur

- De plus, `AbstractProcessor` fournit une propriété `processingEnv` donnant accès à différents services :
  - Des classes utilitaires `Types` et `Elements` permettant d'introspecter les classes compilées
  - Un `Messager` permettant de lever des erreurs de compilation et d'afficher des messages dans la console
  - Un `Filer` autorisant la création de nouvelles ressources (classes, fichiers)

```
Types     types     = processingEnv.getTypeUtils();
Elements  elts      = processingEnv.getElementUtils();
Messager  messager  = processingEnv.getMessager();
Filer     filer     = processingEnv.getFiler();
```

Outillage compile-time
Anatomie d'un Processeur

zenika ARCHITECTURE INFORMATIQUE

- Exemple

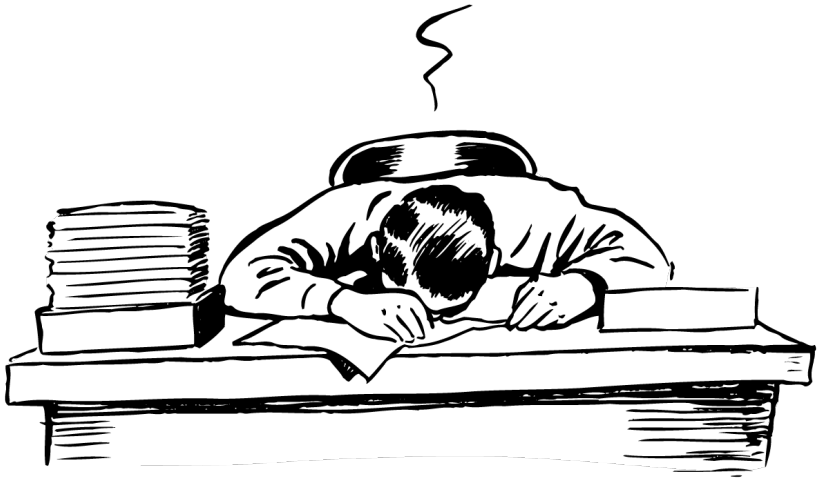
```
@SupportedAnnotationTypes("com.zenika.*")
public class MyProcessor extends AbstractProcessor {

    public boolean process(
        Set<? extends TypeElement> annotations,
        RoundEnvironment roundEnv) {

        Types types     = processingEnv.getTypeUtils();
        Elements elts   = processingEnv.getElementUtils();
        Messager messager   = processingEnv.getMessager();
        Filer filer         = processingEnv.getFiler();

        // A vous de jouer !

        return true;
    }
}
```

Outillage compile-time
Limitations

- Développer un processeur est complexe !
  - Les Types et les Elements offrent deux vues différentes sur le code compilé
    - *Les Elements représentent l'AST brut du code*
    - *Les Types offrent une interface davantage typée "java"*
    - *Il existe des ponts entre ces deux univers*
  - Le pattern Visiteur est beaucoup utilisé

- Un processeur ne peut pas modifier du code existant !

- Quelques bugs encore, et un faible support dans les IDE



Outillage compile-time
Démos

Démos

- *ListingProcessor*
- *MessageHolderProcessor*
- *SerializableClassesProcessor*

Plan

- Présentation
- Annotations, mode d'emploi
- Annotations personnalisées
- Outillage compile-time
- **Outillage runtime**
  - Use-cases
  - Récupération des paramètres
  - Une fois les annotations récupérées...
- Injection d'annotations
- Conclusion

Outillage runtime
Use-cases

- Au runtime, il est possible d'utiliser la Réflexion pour découvrir les annotations présentes sur les classes, champs, méthodes et paramètres de méthodes.
- Uniquement si `@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)`

- Use-cases :
  - Mapping Java ↔ ?
  - Programmation orientée POJO
  - Configuration de containers / frameworks

- Exemples :
  - Hibernate, Apache CXF, XStream...
  - Spring, Guice, Java EE 5/6 (CDI, EJB 3.0...)

Outillage runtime
Récupération des annotations

- Les classes `Package`, `Class`, `Constructor`, `Field` et `Method` implémentent l'interface `AnnotatedElement` :

```
public interface AnnotatedElement {
   Annotation[] getAnnotations();
   Annotation[] getDeclaredAnnotations();
   boolean isAnnotationPresent(Class annotationClass);
   Annotation getAnnotation(Class annotationClass);
}
```

  - `getAnnotations()` renvoie toutes les annotations applicables à l'élément, y compris les annotations héritées
  - `getDeclaredAnnotations()` ne renvoie que les annotations directement apposées sur l'élément

Outillage runtime
Récupération des annotations

- Exemple

```
Annotation[] annots = Pojo.class.getAnnotations();
for (Annotation annot : annots) {

   // Affichage de l'annotation
   System.out.println(annot);

   // Affichage du message de MyAnnotation
   if (annot instanceof MyAnnotation) {
      MyAnnotation myAnnot = (MyAnnotation) annot;
      System.out.println(myAnnot.message());
   }

}
```

Outillage runtime
Récupération des annotations

- Les classes Constructor et Method permettent également de récupérer les annotations présentes sur leurs paramètres
  - `Annotation[][] getParameterAnnotations()`
  - Renvoie un tableau d'annotations par paramètre, dans l'ordre de leur déclaration dans la signature de la méthode

- Exemple

```
public void printParamAnnots(Method method) {
   Annotation[][] allAnnots =
      method.getParameterAnnotations();
   for (Annotation[] paramAnnots : allAnnots) {
      System.out.println(
         Arrays.toString(paramAnnotations));
   }
}
```

Outillage runtime
Une fois les annotations récupérées...

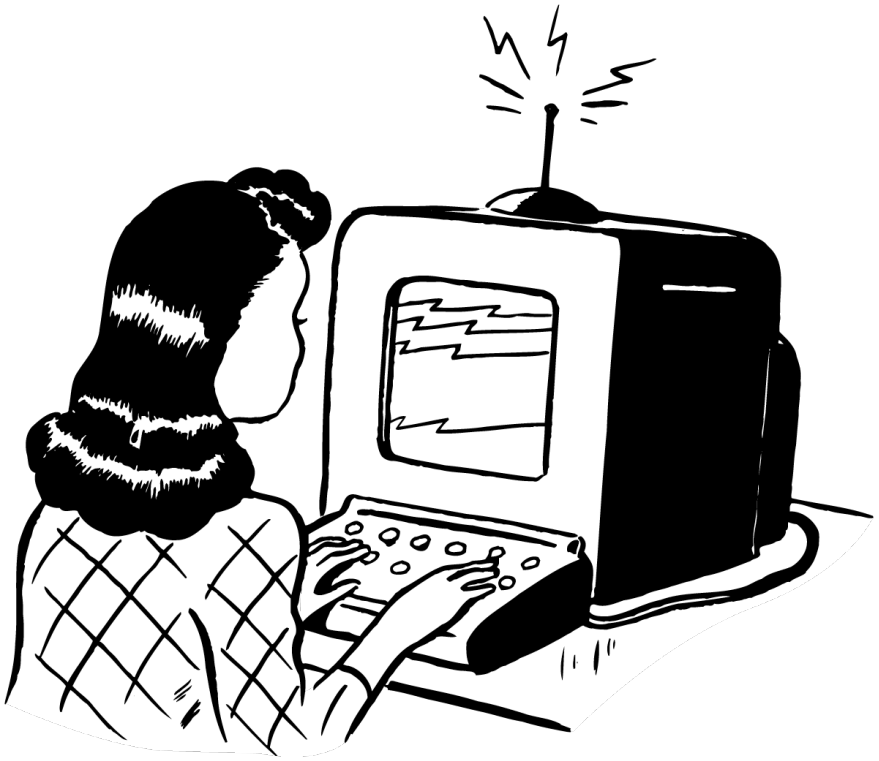
- Que peut-on faire avec les annotations récupérées par réflexion ?
  - On peut découvrir leurs types dynamiquement grâce à la méthode `annotationType()`
  - On peut lire leurs paramètres (cast nécessaire)

```
Annotation annot = … ;

// Détermination du type réel de l'annotation
Class<? extends Annotation> annotClass =
   myAnnotation.annotationType();

// Affichage du message de MyAnnotation
if (annot instanceof MyAnnotation) {
   MyAnnotation myAnnot = (MyAnnotation) annot;
   System.out.println(myAnnot.message());
}
```

Outillage runtime
Démos

Démos

- *Démonstration*
- *Exemple : CSVReader*



Plan

- Présentation
- Mode d'emploi
- Annotations personnalisées
- Outillage compile-time
- Outillage runtime
- **Injection d'annotations**
  - Représentation interne des annotations
  - Instanciation dynamique
  - Injection dans une classe
  - Injection sur une méthode ou un champ
- Conclusion

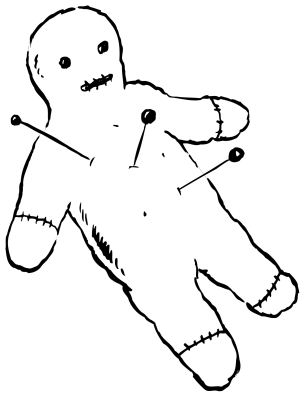
Injection d'annotations
Au coeur de la classe Class

- Dans la classe Class, les annotations sont représentées sous la forme de Maps :

```
private transient Map<Class, Annotation> annotations;
private transient Map<Class, Annotation> declaredAnnotations;
```

- Ces maps sont initialisées lors du premier appel à `getAnnotations()` ou `getDeclaredAnnotations()`
- L'initialisation est réalisée en décodant le `byte[]` renvoyé par la méthode native `getRawAnnotations()`

- En modifiant ces maps par Réflexion, il est possible d'injecter arbitrairement des annotations sur une Classe au runtime



Injection d'annotations
Instancier une annotation

- Pour obtenir une instance de l'annotation à injecter, il suffit d'instancier une classe anonyme implémentant son "interface"

```
MyAnnotation myAnnotation = new MyAnnotation() {
    @Override
    public String message() {
        return MyAnnotation.defaultMessage;
    }

    @Override
    public int answer() {
        return MyAnnotation.defaultAnswer;
    }

    @Override
    public Class<? extends Annotation> annotationType() {
        return MyAnnotation.class;
    }
};
```

Injection d'annotations
Injection sur une Classe

- Il ne reste plus qu'à utiliser la Réflexion pour injecter notre annotation dans la classe cible

```
public static void injectClass
    (Class<?> targetClass, Annotation annotation) {

    // Initialisation des maps d'annotations
    targetClass.getAnnotations();

    // Récupération de la map interne des annotations
    Field mapRef =  Class.class.getDeclaredField("annotations");
    mapRef.setAccessible(true);

    // Modification de la map des annotations
    Map<Class, Annotation> annots =
        (Map<Class, Annotation>) mapRef.get(targetClass);
    if (annots==null || annots.isEmpty()) {
        annots = new HashMap<Class, Annotation>();
    }
    pojoAnnotations.put(annotation.annotationType(), annotation);
    mapRef.set(targetClass, pojoAnnotations);
}
```

Injection d'annotations
Injection sur une Méthode ou un Champ

- L'injection d'annotations sur les classes Constructor, Field et Method est plus problématique

- Au sein de la classe Class, les méthodes `getConstructor()`, `getField()`, ou `getMethod()` renvoient des copies des objets correspondants

```
Method m1 = Pojo.class.getDeclaredMethod("foo", null);
Method m2 = Pojo.class.getDeclaredMethod("foo", null);
System.out.println(m1==m2); // false
```

- Ces copies sont initialisées directement à partir du *bytecode* de la classe, pas à partir d'une instance préexistante
- Les modifications apportées aux maps d'annotations sur une instance sont donc strictement locales à cette instance

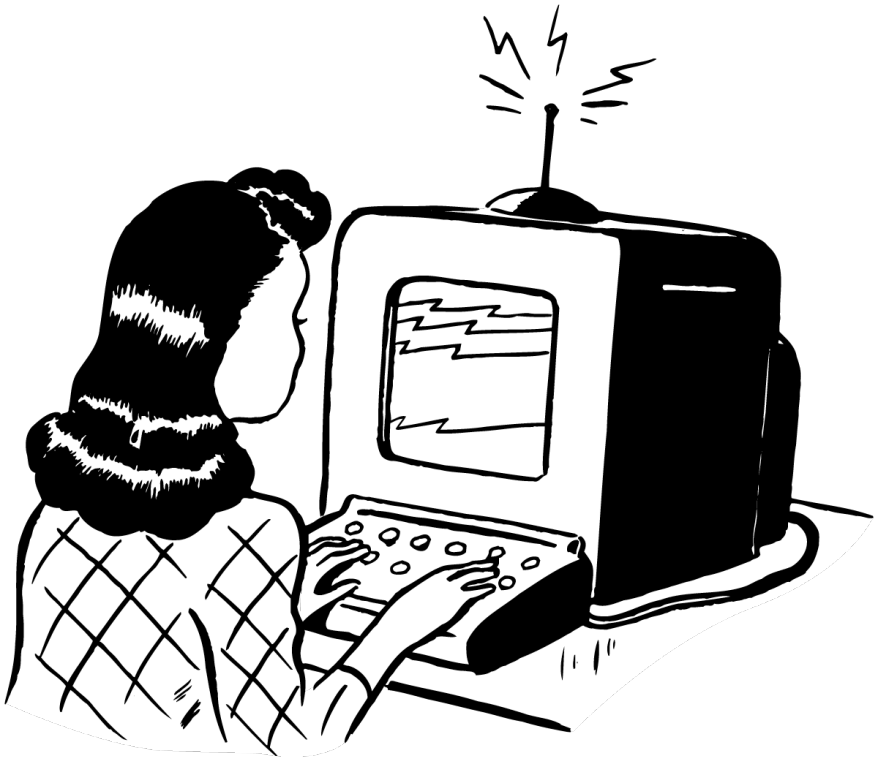
Injection d'annotations
Injection sur une Méthode ou un Champ

- Alors, comment faire ?
  - AOP pour intercepter les méthodes `getConstructor()`, `getMethod()`, `getField()` ?
  - Modifier directement la portion de bytecode correspondant à ces objets ?
  - Si vous trouvez une solution, je suis preneur !

Injection d'annotations
Démos

Démos

- *Injection dans une classe*
- *Injection dans un champ*



Plan

- Présentation
- Mode d'emploi
- Annotations personnalisées
- Outillage compile-time
- Outillage runtime
- Injection d'annotations
- **Conclusion**

Conclusion

- Les doclets ont ouvert la voie à la méta-programmation ; Java 5.0 a standardisé et démocratisé les annotations

- Tous les frameworks modernes utilisent les annotations
- Elles complètent parfaitement les fichiers de configuration XML

- Il est facile de développer des annotations personnalisées
- Java fournit des outils pour les exploiter lors de la compilation et au runtime

- Mais attention à la complexité !

Conclusion

Questions / Réponses